



Kerncurriculum für SE-ZERT® Ebene B

Erstellt von: S.-O. Schulze, A. Rudolph, S. Stangl, F. Regge

am: 18.06.2020

Freigeben von: Sven-Olaf Schulze

am: 03.07.2020

Dokument: GfSE-ZD-006

Version: 02

*Im vorliegenden Text werden teilweise männliche Formen benutzt. Im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes sind diese Bezeichnungen als nicht geschlechtsspezifisch zu betrachten.

Vorwort

Die Ausbildung zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“ nach den Regularien SE-ZERT® Programms bietet den Teilnehmern einen soliden Hintergrund in der Theorie und den Konzepten und Prozessen des Systems Engineerings nach internationalen Standards. Es vermittelt die notwendigen Kenntnisse für die praktische Arbeit eines Systems Engineers und gibt reichlich Gelegenheit für praktische Erfahrungen. Nach Abschluss des Lehrgangs und einer erfolgreichen Prüfung erhalten die Teilnehmenden das Zertifikat "Certified Systems Engineer (GfSE)® Ebene B" des SE-ZERT® Programms. Das SE-ZERT® Programm wird durch eine Gruppe von benannten SE-ZERT Assessoren vertreten, die innerhalb der unabhängigen und gemeinnützigen Gesellschaft für Systems Engineering e.V. (GfSE) verortet ist.

Die Zertifizierung zum Systems Engineer wird in 4 Stufen angeboten (Ebene D bis Ebene A). Das vorliegende Dokument beschreibt für Trainingsanbieter und Teilnehmer die inhaltlichen Vorgaben in Form von Ausbildungsmodulen für die Ebene B.

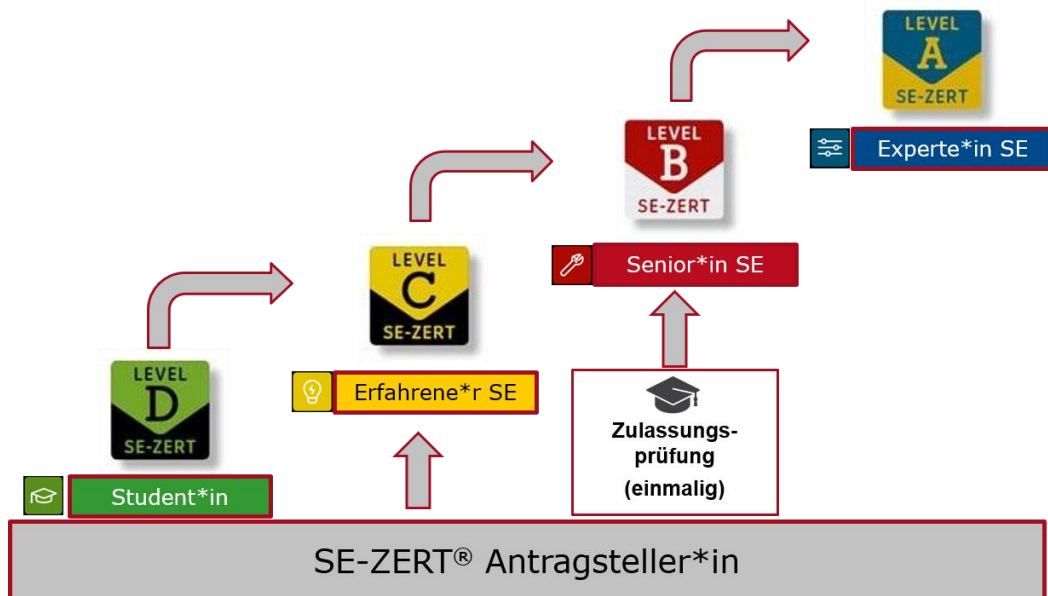


Abbildung 1: Der Weg zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“

Das Lehrgangsangebot der Lehrgangsanbieter kann je nach Prüfungsvorbereitung in deutscher oder englischer Sprache erfolgen, auch wenn das Kerncurriculum nur in deutscher Sprache vorhanden ist. Es gilt bei der englischen und der deutschsprachigen Ausbildung das INCOSE Handbuch und die geltenden Normen und Standards des Systems Engineerings.



Änderungen:

Wann	Was	Version:
24.11.2015	Erstausgabe; Angepasst an Lev. A Curr. (GfSE-ZD-007)	01
03.07.2020	Gesamte Überarbeitung; neues Logo	02

Inhalt

1. Aufbau des Modulhandbuchs für SE-ZERT®	5
2. Schema der Modulbeschreibungen	6
3. Erläuterung.....	7
4. Überblick SE-ZERT®.....	8
5. Beschreibung von Modulen und Modulteil.....	10
6. Abkürzungsverzeichnis und Glossar	27
7. Referenzen für SE ZERT	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Weg zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“	2
---	---

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Module des SE-ZERT®	5
Tabelle 2: Übersicht der Definitionen für die Kompetenzebenen zur Wissensvermittlung	8
Tabelle 3: Beschreibung Modul 1 – Einführung in Systems Engineering für SE-ZERT® Ebene B.....	10
Tabelle 4: Beschreibung Modul 2 – Projektübergreifende Schnittstellen	12
Tabelle 5: Beschreibung Modul 3 – Projektmanagement Schnittstellen	13
Tabelle 6: Beschreibung Modul 4 – Systems Engineering Management	15
Tabelle 7: Beschreibung Modul 5 – Anforderungsmanagement und V&V	16
Tabelle 8: Beschreibung Modul 6 – Realisationsprozesse.....	19
Tabelle 9: Beschreibung Modul 7 – Querschnittsfunktion.....	21
Tabelle 10: Beschreibung Modul 8 – Operationelle Aspekte und Entsorgung im Design.....	23
Tabelle 11: Beschreibung Modul 9 – Konfliktmanagement und soziale Kompetenzen.....	25

1. Aufbau des Modulhandbuchs für SE-ZERT®

Die Ausbildung zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“ ist in 9 Module (siehe Tabelle 1) unterteilt. Die Modul Inhalte des SE-ZERT® sind für alle Ebenen des SE-ZERT® gleich. Entsprechend der ausgewählten Ebene (A, B, C oder D) sind allerdings die Kompetenzanforderungen unterschiedlich. Eine Übersicht über den Ablauf und Vorgehen ist auf der Homepage oder in der jeweiligen Prüfungsordnung beschrieben. In diesem Dokument sind die Anforderungen für die Ebene B aufgeführt.

Tabelle 1: Module des SE-ZERT®

	Module
1	Grundlagen des Systems Engineering (inkl. Einführung)
2	Projektübergreifende Schnittstellen
3	Schnittstellen des Systems Engineering zu Projekt Management
4	Systems Engineering Management
5	Anforderungsmanagement und Validierung & Verifikation
6	Realisationsprozesse
7	Querschnittsfunktionen ¹ innerhalb von Entwicklungsprojekten
8	Berücksichtigung von operationellen Aspekten und der Stilllegung im Design
9	Konfliktmanagement und soziale Kompetenz

¹ Querschnittsfunktionen = fachbezogene Ingenieuraktivitäten (vgl. dazu GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH)

2. Schema der Modulbeschreibungen

Die Beschreibung der Module erfolgte in einer schematisierten Form. Jedes Modul ist in einer tabellarischen Form gegliedert, die folgende Inhalte haben:

- Qualifikation des Teilnehmers
- Geeignete Lernform (Vorlesung, Übung, Seminar)
- Lernziele (Kenntnisse & Fertigkeiten)
- Lehrinhalte und Tiefe
- Lehrmaterialien, Literaturempfehlungen
- Prüfungsleistung
- Sonstiges

Die Anordnung der Inhalte im Modulhandbuch legt nicht notwendigerweise die Reihenfolge der Behandlung im Lehrgang fest. Die aufgeführten Inhalte (speziell Methoden) sind Bestandteile der Ausbildung und in die Lehrgänge aufzunehmen.

3. Erläuterung

Die berufsbegleitende Weiterbildung zum „Certified Systems Engineers (GfSE)®“ bietet den Teilnehmern die Gelegenheit zum Aufbau prozessbezogener und inhaltsbezogener Kompetenzen im Bereich Systems Engineering. Der Lehrgang geht von der Teilnehmerperspektive aus und orientiert sich an den Interessenlagen und Lernvoraussetzungen der Teilnehmer. Der sachgerecht angelegte Lehrgang lässt die Teilnehmer die Situationen erkunden und verhilft ihnen unter Nutzung verschiedener Lernmethoden Erfahrungen zu sammeln. Auf diese Weise wird ein tragfähiges Begriffsnetz erworben und gibt Sicherheit beim Lösen von Aufgaben und Problemen.

Aufgabe des Lehrgangs zum Erwerb des Zertifikats Ebene B ist es, die mit dem Zertifikat der Ebene C erworbene Kompetenzentwicklung der Teilnehmer aufzunehmen, weiter zu entwickeln, und dabei ein Höchstmaß an Selbstständigkeit bei der Bearbeitung von Fragestellungen zu erreichen, sowie Unabhängigkeit von vorstrukturierenden Hilfen.

Die für die Zertifizierung geforderten Kompetenzbereiche orientieren sich mit Ausnahme eines allgemeinen Einführungsbereiches (SE im Kontext), an den technisch orientierten Kompetenzen, die in jedem Projekt zur Anwendung kommen sollen. Hinzu kommen die Bereiche Projektmanagement, die Querschnittsfunktionen und Soft Skills. Zum Lehrgang der technisch orientierten Kompetenzen werden im Wesentlichen die entsprechenden Abschnitte aus dem ISO/IEC 15288 [3], die Interpretation aus dem ISO/IEC 19760 [4], die Terminologie aus dem ISO/IEC/IEEE 24765:2010 [5] und das aktuelle deutschsprachige INCOSE Handbuch [1] herangezogen.

Die Norm ISO/IEC/IEEE 15288 ist eine prozessbezogene Norm, die international die Grundlage von Systems Engineering Aktivitäten bildet. Die Umsetzung von prozessbezogenen Kompetenzen ist daher ein wesentliches Ziel des Lehrgangs. Die prozessbezogenen Kompetenzbereiche umfassen die Verfahren, Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Teilnehmern für die Ebene B verstanden und am Ende beherrscht werden sollen. Auf diese Weise sollen die Teilnehmer befähigt werden, das erlernte Wissen im Firmenalltag anzuwenden.

Da ein Systems Engineer entsprechend seinen fachlichen Aufgaben in der Regel in interdisziplinären Teams seine Aufgaben in einem Projekt wahrzunehmen hat, ist auch die Förderung von sozialen und personellen Kompetenzen wichtig. Dazu wird auf Normen des Projektmanagements², die Veröffentlichungen der GPM³, sowie auf Literatur der Moderatorenausbildung [2] zurückgegriffen.

Zum Erwerb sowohl der prozess- als auch der sozialen und personellen Kompetenzen werden Lehrgangsformen mit vielfältigen Methodenelementen situationsangepasst eingesetzt. Dabei sind Gruppen- und Projektarbeiten unverzichtbar, um selbstständiges Erkunden, Problemlösen, Dokumentieren und Präsentieren zu fördern. Der Grad der Offenheit der Arbeitsaufträge wird dem Lernstand der Lerngruppe angepasst: in bekanntem Zusammenhang eher offen, in komplexen Zusammenhängen eher strukturiert.

² z.B. ISO 21500 - Guidance on project management

³ Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. (http://www.gpm-ipma.de/ueber_uns/organisation.html)

4. Überblick SE-ZERT®

Die 3 Kernkurrikula für den SE-ZERT® Ebene D/C, B und A haben eine gemeinsame Grundstruktur: Sie weisen inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzbereiche aus, die miteinander verknüpft werden. Die Kernkurrikula des SE-ZERT® greifen diese Grundstruktur unter fachspezifischen Gesichtspunkten auf. Durch die Wahl und Zusammenstellung der Kompetenzbereiche wird der intendierte didaktische Ansatz des jeweiligen Moduls deutlich. Im Rahmen des SE-ZERT® Ebene B werden folgende Kenntnisse vermittelt:

- o Anwendungssicheres Wissen über Systems Engineering und Systems Engineering Management
- o Symbol- oder Fachsprache kennen, verstehen und sicher anwenden,
- o Fachspezifische Methoden und Verfahren anwenden und zur Erkenntnisgewinnung nutzen,
- o Fähigkeit, ein begrenzt komplexes Projekt mit allen Parametern oder ein Teilprojekt eines komplexen Projekts mit den entsprechenden Parametern zu führen und die entsprechende technische Verantwortung zu übernehmen
- o Fähigkeit ein kleines multidisziplinäres Team verantwortlich zu führen

Für jedes Modulelement ist eine Kompetenzebene definiert, die bestimmt, über welchen Wissensgrad die Teilnehmer im jeweiligen Element (verstehen, anwenden, beherrschen) nach Beendigung des Lehrgangs verfügen sollen.

Tabelle 2: Übersicht der Definitionen für die Kompetenzebenen zur Wissensvermittlung

Kompetenzebene	Interpretation
beherrschen	Kann das Verfahren selbst anwenden, delegieren, steuern, bewerten und vermitteln
anwenden	Kann das Verfahren verstehen und in seiner ganzen Breite anwenden
verstehen	Kennt den Begriff und kann ihn in den entsprechenden SE-Bereich einordnen
N/A	Nicht anwendbar

Die Lernziele für die einzelnen Modulelemente unterscheiden sich entsprechend den festgelegten Kompetenzebenen. Die verwendeten Ausdrücke und deren Verständnis sind einheitlich für das SE-ZERT® Programm:

- Verstehen:
 - o Dieser Anforderungsbereich umfasst die Wiedergabe und direkte Anwendung von grundlegenden Begriffen, Sätzen und Verfahren in einem abgegrenzten Gebiet und einem wiederholenden Zusammenhang.
 - o Besitzt Kenntnisse im relevanten SE-Bereich und kann sie zuordnen
 - o **Ziel:** In diesem Bereich beschränken sich die Aufgabenstellungen (bei der täglichen Arbeit und in der Prüfung) auf die Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden, das Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form sowie die Darstellung einfacher Bezüge
- Anwenden:
 - o Dieser Anforderungsbereich umfasst das Bearbeiten bekannter Sachverhalte, indem Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten verknüpft werden, die in der Auseinandersetzung mit SE auf verschiedenen Gebieten erworben werden.
 - o Besitzt Kenntnisse im relevanten SE-Bereich und ist fähig, diese Kenntnisse anzuwenden
 - o Wendet gebräuchliche SE-Methoden, bzw. Techniken an und kann die Ergebnisse der Projektarbeit sinnvoll zusammenfassen und vorstellen
 - o **Ziel:** In diesem Bereich verlangen die Aufgabenstellungen die Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen, die Wiedergabe von Bewertungsansätzen sowie das Herstellen von moderat komplexen Bezügen.
- Beherrschen
 - o Dieser Anforderungsbereich umfasst das Bearbeiten komplexer Gegebenheiten u. a. mit dem Ziel, zu eigenen Problemformulierungen, Lösungen, Begründungen, Folgerungen, Interpretationen oder Wertungen zu gelangen und diese anderen zu vermitteln.
 - o Kann die Einführung und den Einsatz von SE-Methoden, -Techniken, -Werkzeugen, -Leitfäden und -Richtlinien leiten und steuern.
 - o **Ziel:** In diesem Bereich verlangen die Aufgabenstellungen das problembezogene Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen, das Herstellen von Bezügen und das Bewerten von Sachverhalten, sowie die Fähigkeit zur Selbstreflexion.

5. Beschreibung von Modulen und Modulteilen

Die nachfolgenden Tabellen beschreiben die geforderten Kompetenzen im Detail. Sofern für einzelne Kompetenzen von der allgemeinen Festlegung abweichende Kompetenzebenen gefordert sind ist das angegeben.

Tabelle 3: Beschreibung Modul 1 – Einführung in Systems Engineering für SE-ZERT® Ebene B

Modul #1	Systems Engineering Einführung für SE-ZERT® Ebene B	Kompetenz-Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	<p>Die Teilnehmer sollen einen Einblick in den Kurs und die Zertifizierung nach SE-ZERT® bekommen. Zudem soll mit den Teilnehmern der Zeitplan und das zu bearbeitende SE-Projekt abgestimmt werden sowie die Anmeldeunterlagen zum Kompetenznachweis durchgegangen werden.</p> <p>Dazu wird der Stoff überblicksmäßig vorgestellt und der Kenntnisstand der Teilnehmer festgestellt. Die internationalen Begriffe des SE (Produkt gegenüber System; Systems Engineering; System of Systems) und die Definitionen des Systems Engineerings müssen anwendbar verstanden werden. Die Vorgehensmodelle der Systementwicklung müssen anwendbar werden und die Angemessenheit von Modellen muss anwendbar werden. Die Rollen eines Systems Engineers in einem moderat komplexen Entwicklungsprozess müssen verstanden und anwendbar werden. Die Zertifizierungsebene B muss die einschlägigen internationalen Normen des Systems Engineering (ISO/IEC/IEEE 15288) verstehen und branchenübliche Standards (Raumfahrtindustrie, Bahnindustrie, Medizinindustrie, Automobilindustrie usw.) adäquat identifizieren und anwenden können.</p>	
Lehrinhalt und Tiefe:	<ul style="list-style-type: none"> • Ziel des SE ZERT®, Ebene B • Überblick über den Kurs und die Zertifizierung • Was ist das Kontext Diagramm? • Begriffsdefinitionen (Index) • Definitionen • SE Rollen und Bezeichnungen • Wert des SE 	<p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>verstehen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>anwenden</p> <p>verstehen</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Vorgehensmodelle im Systems Engineering (V-Modell; V-Modell XT, Vee-Modell, Wasserfall, Spiralmodell, agile Methoden, Lean SE) 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Lebenszyklus 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Historie und Entwicklung von SE und der relevanten Normen (Standards) 	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle SE Standards in verschiedenen Industriezweigen und Branchen und deren Zusammenhänge in Bezug auf CMMI 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • CMMI Kernprozesse 	anwenden
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH; CMMI-DEV ⁴	
Sonstiges	NA	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

⁴ Vgl. dazu z.B.: CMMI® für Entwicklung, Version 1.3; Carnegie Mellon University; 2010; (<http://www.sei.cmu.edu>)

Tabelle 4: Beschreibung Modul 2 – Projektübergreifende Schnittstellen

Modul #2	Projektübergreifende Schnittstellen	Kompetenz- Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	Gesetzliche und technische Rahmenbedingungen einer Produktentwicklung müssen beherrscht werden. Typische Unternehmensprozess und Unternehmensziele im SE Kontext müssen angewandt werden können und ebenso die dazu notwendigen Prozesse. Das Umfeld eines Projekts muss erkannt werden und die technische Projektsteuerung muss anwendbar werden, um die Infrastruktur für Projekte entwickeln zu können. Die Prozesse für das Lebenszyklusmanagement, das Infrastrukturmanagement und das Projektportfoliomanagement müssen anwendbar verstanden werden.	
Lehrinhalt und Tiefe:	• Unternehmensprozesse	anwenden
	• Prozesse und internationale Standards	anwenden
	• Betriebsziele	anwenden
	• Bewertung von Prozessen und Anpassung an den Entwicklungsbedarf	anwenden
	• Kontinuierliche Verbesserung	anwenden
	• Infrastruktur für Projekte	anwenden
	• Identifikation neuer Geschäftsfelder	anwenden
	• Businessstrategie	anwenden
	• Projektziele / Grundsätze und Projektergebnisse	beherrschen
	• Schnittstellen von Projekten	anwenden
	• Vergleich von Projekten	anwenden
	• Abschluss von Projekten	anwenden
	• Systemeinbettung im Prozessumfeld	anwenden
• Patente	anwenden	
• Produkthaftung	beherrschen	
• Exportregularien	beherrschen	
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
Sonstiges	NA	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

Tabelle 5: Beschreibung Modul 3 – Projektmanagement Schnittstellen

Modul #3	Projektmanagement Schnittstellen	Kompetenz- Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	Komplexe Projekte werden von PM und SE gemeinsam geführt. Um die technische Kompetenz einbringen zu können, müssen die technischen Ziele eines weniger komplexen Projekts vollständig verstanden werden und „technical management processes“ anwendbar sein. Die Fähigkeit Projekte technologisch einzuordnen und die notwendigen Schlussfolgerungen ziehen zu können ist hierfür Voraussetzung. Dazu müssen die minimalen SE Prozesse und deren Produkte beherrscht werden und die notwendige Projektinfrastruktur muss entwickelt werden können. Der Projektplanungsprozess; der Projektauswertungsprozess und der Projektsteuerungsprozess, das Informationsmanagement und die Messung der Prozessergebnisse müssen angewandt werden können. Fundierte Kenntnisse über die notwendige Projektdokumentation müssen vorhanden sein und die Prozesswirkungen in Richtung des/der Kunden oder Lieferanten (Abnahme, Einfluss von Änderungen, Reviews) muss verstanden und angemessen beherrscht werden.	
Lehrinhalt und Tiefe:	<ul style="list-style-type: none"> • Umfang eines Projekts • Ziele eines Projekts • Projektstrukturplan (PSP=WBS) • Arbeitspakete • Zeitplan & Budget • Projektpläne • Ressourcen, Rollen und Verantwortlichkeiten • Freigabe eines Projekts • Projektstruktur • Auswertung des Projektverlaufs • Reviews und Meilensteine, auch gegenüber dem Kunden oder Lieferanten • Änderungen, auch gegenüber dem Kunden oder Lieferanten • Korrekturmaßnahmen, auch gegenüber dem Kunden oder Lieferanten 	<p>anwenden</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p>

	• Präventive Maßnahmen	beherrschen
	• Abschluss des Projekts	beherrschen
	• Kommunikationsplanung	anwenden
	• Informationsverteilung	beherrschen
	• Informationsspeicherung	beherrschen
	• Bestimmung von geeigneten Messgrößen	beherrschen
	• Fortschrittsberichtswesen	beherrschen
	• Auswertung und Kommunikation von Messungen	beherrschen
	• Technologische Einordnung des Projekts	anwenden
	• SE Prozesse planen	anwenden
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
Sonstiges	Definition und Inhalte des TM (technical management) besprechen	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

Tabelle 6: Beschreibung Modul 4 – Systems Engineering Management

Modul #4	Systems Engineering Management	Kompetenz- Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	Grundlagen für ein wirkungsvolles SE-Management sind die Prozesse und Produkte des SE Managements und des technischen Managements. Sie und die Kernelemente des Konfigurationsmanagementprozesses, des Entscheidungsmanagementprozesses und der Risikomanagementprozess müssen beherrscht werden. Die Fähigkeiten Baselines festlegen zu können und ggf. Konsequenzen für die Produktentstehung sicher festlegen zu können, sind weitere elementare Teile.	
Lehrinhalt und Tiefe:	• Entscheidungsstrategie	beherrschen
	• Auswertung von Alternativen	beherrschen
	• Aufzeichnung der Entscheidungen	beherrschen
	• Risikoprofile	beherrschen
	• Risikoidentifikation	beherrschen
	• Qualitative Risikoanalyse	beherrschen
	• Quantitative Risikoanalyse	beherrschen
	• Risikobewältigungsplanung	beherrschen
	• Konfigurationskontrolle	beherrschen
	• Konfigurationskontrollzyklus <ul style="list-style-type: none"> ○ Validierung ○ Auswertung ○ Verifikation ○ Freigabe 	beherrschen
• Konfigurationsdokumentation	beherrschen	
• Baselines	beherrschen	
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
Sonstiges	Configuration Management Plan (CMP), Risk Management Plan (RMP), Systems Engineering Plan (SEP) bzw. Systems Engineering Management Plan (SEMP),	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

Tabelle 7: Beschreibung Modul 5 – Anforderungsmanagement und V&V

Modul #5	Anforderungsmanagement und V&V	Kompetenz- Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	<p>Herleiten und sicheres Strukturieren von Anforderungen ist eine Grundvoraussetzung für ein risikoarmes Projekt und erfolgversprechende Architekturen. Die notwendigen Informationen können aus Szenarien, Definition der Endnutzer, Definition der Systemgrenzen, usw. gewonnen werden.</p> <p>Die Werkzeuge für Analyse und Synthese hierfür (strukturierte Analyse, System Modeling Language) müssen verstanden und beherrscht werden. Die Erstellung und die Stellung von Vergleichsstudien muss verstanden und deren Umsetzung beherrscht werden.</p> <p>Zur Festlegung von Designaspekten und Nachweisführung (V⁵&V⁶) müssen die Entwicklungsschritte von Konzeption zu funktionalen Strukturen bis zu einer physikalischen Architektur angemessen beherrscht werden. Ebenso muss die Festlegung von Schnittstellen (logische & physikalische & organisatorische) und deren Beschreibung beherrscht werden.</p>	
Lehrinhalt und Tiefe:	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation und Analyse aller Interessenvertreter 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungsanalyseprozess 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Typen von Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Funktionale Anforderungen ○ Nicht-funktionale Anforderungen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme von (messbaren) Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Leistungsanforderungen ○ Sicherheitsanforderungen ○ Zuverlässigkeitsanforderungen ○ Verfügbarkeitsanforderungen ○ Wartbarkeitsanforderungen ○ Auslastungsanforderungen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an Anforderungen 	beherrschen

⁵ Validierung: vgl. ISO/IEC/IEEE 24765:2010(E) para. 3.3264

⁶ Verifikation: vgl. ISO/IEC/IEEE 24765:2010(E), para. 3.3282

• Nachverfolgbarkeit von Anforderungen	beherrschen
• Aufzeichnung von Anforderungen (ID, Text, zusätz. Info)	beherrschen
• Definition von Einschränkungen	beherrschen
• Analyse der Durchführbarkeit	beherrschen
• Entwurf von Szenarien	anwenden
• Erstellung von Konzeptdokumenten	anwenden
• Beschreibung der Endnutzer	anwenden
• Definition der funktionalen Grenzen	anwenden
• Ableitung von funktionalen Anforderungen	beherrschen
• Definition der Leistungsanforderungen	beherrschen
• Identifikation von Einschränkungen der Architektur	anwenden
• Identifikation von anwendbaren Standards	beherrschen
• Identifikation der Systemgrenzen	anwenden
• Identifikation und Definition der Einsatzumgebung	anwenden
• Identifikation von externen Schnittstellen	anwenden
• Abwägung von Designaspekten <ul style="list-style-type: none"> ○ Herstellung ○ Einsatz ○ Übergabe ○ Nutzung ○ Wartung ○ Aufrüstung ○ Entsorgung 	beherrschen
• Identifikation von Einschränkungen an das Design	anwenden
• Definition von Verifikationskriterien	beherrschen
• Abgeleitete Anforderungen	beherrschen
• Definition von nicht-funktionalen Anforderungen	beherrschen
• Einfluss nichtfunktionaler Anforderungen an das Systemdesign	beherrschen
• Zuordnung von Anforderungen	beherrschen
• Strategien zur Analyse von Anforderungen	beherrschen
• Strukturierte Analyse	beherrschen
• Entwicklung der logischen/funktionalen Architektur	beherrschen
• Standardgeräte (off-the-shelf equipment)	beherrschen
• Synthese – Ableitung der physischen Architektur aus der logischen Architektur	beherrschen
• Elemente einer Vergleichsstudie	beherrschen
• Vergleichsstudien	beherrschen

	<ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellen und Interaktionen zwischen Systemelementen, externen Systemen und Umsystemen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Beziehung zwischen funktionellen und phys. Elementen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarf der Interessenvertreter in techn. Beschreibungen umsetzen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Lösungsbereiche unterschiedlicher Architekturentwürfe definieren (Alternativen) 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Methoden des Systemdesigns in verschiedenen Lebenszyklusphasen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Systemintegrationsstrategie⁷ 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Baselines / Konfigurationsmanagement Systemebene 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss von Einschränkungen auf Systemarchitektur und Design 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Architekturalternativen und Auswahl von umsetzbaren Architekturentwürfen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Führen eines Anforderungsdefinitions- und Entwurfsprozesses 	beherrschen
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
Sonstiges	TSA (Traditional Structured Analysis), MSA (Modern Structured Analysis), UML (Unified Modeling Language), SysML (System Modeling Language), FFBD (Functional Flow Block Diagram), IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling), N-squared Diagram, operational view, functional view, physical view, Domain Diagrams, use cases, MBSE (Model Based System Engineering), Performance Models, Design Models, Physical Models, Kano Diagram, Key Performance Parameters, TPM (Technical Performance Metrics), MOE (Measure of Effectiveness), QFD (Quality Function Deployment), RVTM (Requirements Verification and Traceability Matrix), Decision Tree, Environmental Impact Analysis, Interoperability Analysis	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

⁷ Unterscheide:

Integration stellt sicher dass die Hardware, die Software und die menschengerechten Systemelemente zusammenwirken um den Zweck des Systems zu realisieren oder den Bedürfnisse des Kunden zu genügen [9].

Installation ist die Lieferung, Montage und Anschluss von mechanischen, elektrotechnischen und von Kommunikationseinrichtungen (EN ISO 16484-2:2004-08)

Tabelle 8: Beschreibung Modul 6 – Realisationsprozesse

Modul #6	Realisationsprozesse	Kompetenz- Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	Der Realisierungsprozess erfordert, dass die Kenntnisse und Fertigkeiten für die Entwicklungsphasen vom Detaildesign über die Implementation, Integration, Verifikation & Validation bis zur Übergabe beherrscht werden. Die Methoden und Standards der Nachweisführung (V&V) und Inbetriebnahme des Produkts bis zur Endabnahme/Übergabe durch/an den Kunden und der rechtlichen Konsequenzen daraus sollten bestens beherrscht werden. Das Konfigurationsmanagement und Maßnahmen zur Korrektur sind unverzichtbare Mittel, um das finale Ziel eines anforderungsgerechten Produkts zu erreichen. Die Aktivitäten des QM müssen angemessen beherrscht und unterstützt werden, um sicherheitsrelevante Aspekte und Produkthaftungsforderungen abzudecken.	
Lehrinhalt und Tiefe:	• Detaildesign	beherrschen
	• Implementationsstrategie	beherrschen
	• Konfigurationsmanagement Geräteebene	beherrschen
	• Trainingsunterlagen	beherrschen
	• Herstellung von Geräten	beherrschen
	• Qualitätskontrolle	beherrschen
	• Verifikation und Validation auf Geräteebene	beherrschen
	• Anforderungen an Schnittstellen	beherrschen
	• Verifikation und Validation der Schnittstellen auf (Sub-) Systemebene	beherrschen
	• Interface Control Document (ICD)	beherrschen
	• Verifikationsprozeduren	beherrschen
	• Verifikationssysteme	beherrschen
	• Verifikationsmethoden	beherrschen
	• Verifikationsprozess	beherrschen
	• Requirements Verification and Traceability Matrix (RVTM)	beherrschen
• Korrekturmaßnahmen	beherrschen	
• Validationsprozeduren	beherrschen	
• Validationssysteme / Umsysteme	beherrschen	

	<ul style="list-style-type: none"> • Validationsmethoden • Endabnahme des Systems • Operationelles Umfeld • Akzeptanz der Installation und Verifikation • V&V in den Phasen des Lebenszyklus • Prüfplanung • „Das richtige Produkt wurde gebaut“ vs. „Das Produkt wurde richtig gebaut“ 	<p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p>
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
Sonstiges	Training Needs Analysis (TNA) besprechen	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

Tabelle 9: Beschreibung Modul 7 – Querschnittsfunktion

Modul #7	Querschnittsfunktionen ⁸	Kompetenz- Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	<p>Produkteigenschaften wie Wartbarkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität bestimmen die Nützlichkeit des Produkts für den Endnutzer signifikant. Die dafür notwendigen Methoden und Hilfsmittel müssen beherrscht werden (FMECA, FTA, SSA). Um die Wirkung weiterer Leistungsmerkmale (Handhabung des Produkts durch den Betreiber/Anwender, EM Härting, Kosten, Sicherheit) auf den Systementwurf und das Systemdesign sicher verstehen zu können, muss der SE über ausreichende anwendbare Kenntnisse in weiteren Fachdisziplinen verfügen. Die Art der Produktfertigung erzeugt Anforderungen an den Systementwurf, die kompetent in die richtigen Phasen vom SE eingebracht werden müssen. Während des operativen Betriebs eines Produkts muss der SE in der Lage sein Kundenrückmeldungen zu verstehen und sicher einzuordnen, um die Leistungsfähigkeit des ausgelieferten Produktes im operativen Betrieb sicher bewerten zu können.</p>	
Lehrinhalt und Tiefe:	• Wartbarkeit	beherrschen
	• Erschwinglichkeit	anwenden
	• Kosten-Nutzen Analyse (CBA [11])	anwenden
	• Entsorgbarkeit	anwenden
	• Packaging, Handling, Storage and Transportation (PHS&T))	anwenden
	• Herstellbarkeit	beherrschen
	• Flexibilität / Standardisierung	anwenden
	• Zuverlässigkeit Instandhaltungsvermögen	beherrschen
	• Überlebensfähigkeit	beherrschen
	• Schadenanfälligkeit	beherrschen
	• Analysemethoden	beherrschen
	• Ergonomie	anwenden
• Elektromagnetische Komptabilität (EMC)	anwenden	

⁸ Querschnittsfunktionen = fachbezogene Ingenieuraktivitäten (vgl. dazu GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH)

	<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen auf die Umwelt • Human Systems Integration (HSI) • Arbeitskraft • Gewichtsanalyse (MPE) • Modelle, Simulationen und Prototypen • Sicherheit und Gesundheit (Safety and Health) • Sicherheit (Security) • Instandhaltungsanalysen • Betriebskosten während der Lebenszyklus 	<p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p>
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
Sonstiges	FMECA, Level of Repair Analysis, LSA, System Security Analysis, System Safety Assessment, LCC, TCO, Safety & Health Hazard Analysis, Design-to-Cost, Value Engineering, LCCA (Life Cycle Cost Analysis), Usability Analysis, Manufacturing & Producibility Analysis, LL	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

Tabelle 10: Beschreibung Modul 8 – Operationelle Aspekte und Entsorgung im Design

Modul #8	Operationelle Aspekte und Entsorgung im Design	Kompetenz- Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Vorlesung und Übungen	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	<p>Grundlage aller Aktivitäten eines Unternehmens ist seine Betriebsstrategie, die bei Systementwürfen entsprechend zu berücksichtigen ist. Die Analyse der künftigen Betriebsdaten des Produkts und die geplante Wartungsstrategie, ebenso wie die Entsorgung des Produkts können zu Designeinschränkungen führen und müssen im Systementwurf berücksichtigt werden. Notwendige Verbrauchsmaterialien (z.B. Öle, Batterien) können den Systementwurf beeinflussen und den Betrieb und die Entsorgung (z.B. Deaktivierung, weiterer Gebrauch und/oder Wiederverwendung) am Ende der Produktverwendung erheblich aufwendiger gestalten. Eigenentwicklungen sind nicht immer sinnvoll oder geboten. Auswahl und Überwachung von Lieferanten für Systemelementen oder Partner sind daher unabdingbar. Eine Produktauslieferung ist nicht nur von technischer, sondern auch von rechtlicher Natur (Eigentumsübergang). Die bei Projektbeginn geplanten Aktionen zum Projektende (z.B. Vorbereitung des Endnutzer Supports, Abschluss der Konfiguration) sind daher von hoher Wichtigkeit für ein Unternehmen.</p>	
Lehrinhalt und Tiefe:	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsstrategie • Auswertung Betriebsdaten • Einfluss von Verbrauchsmaterialien auf Wartung und Betrieb • Anwenderfeedback bewerten • Wartungsstrategie • Baueinschränkungen durch Wartungsaspekte • Fehlermeldungen • Aufzeichnung der Leistungsdaten • Entsorgungsstrategie • Einschränkungen durch Entsorgungsaspekte • Deaktivierung • Weiter- und Wiederverwendung • Qualitätsplanung • Qualitätsmanagement 	<p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>anwenden</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>anwenden</p> <p>beherrschen</p> <p>beherrschen</p> <p>anwenden</p> <p>anwenden</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführen der Qualitätslenkung 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Beschaffungsplanung 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Ausschreibungen 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl von Zulieferern 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung von Vertragsinhalten 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Abnahme von Leistungen 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Ausschreibungsverfahren 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Verträge und deren Auswirkung auf Produkte 	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> • Produktübergabe an den Kunden 	beherrschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Aspekte des Projektendes 	beherrschen
Literatur-empfehlung	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
Sonstiges	ISO9000 und folgende; Audits (unterschied zu Reviews etc.); Unterschied der Konfigurationskontrolle (Seriennummer / Order); Supply Chain Aspekte, Beschaffung; Quality Management Plan,	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

Tabelle 11: Beschreibung Modul 9 – Konfliktmanagement und soziale Kompetenzen

Modul #9	Konfliktmanagement und soziale Kompetenz	Kompetenz-Ebene
Qualifikation	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
Geeignete Lernform	Praxiserfahrung und Selbststudium;	
Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)	<p>Systems Engineers sind einerseits Mittler zwischen dem Projektmanagement und den technischen Fachdisziplinen. Andererseits haben sie umfangreiche Führungsaufgaben bei der Definition neuer Produkte und der folgenden Umsetzung von Produktideen mit Unterstützung der fachlich orientierten Ingenieurdisziplinen (z. B. SW; V&V).</p> <p>Führungskompetenz bedeutet ein Team, bestehend aus unterschiedlichen Charakteren mit sehr unterschiedlichem fachlichem Wissen, auf ein gemeinsames Ziel zu lenken und dabei ausgleichend und motivierend auf die Persönlichkeiten einzuwirken. Respekt vor der Persönlichkeit und Kompetenz der anderen Projektbeteiligten sind dabei unerlässliche Elemente.</p> <p>Die Verantwortung gegenüber dem Unternehmen muss dabei gewährleistet sein, was von der Person des Systems Engineers politisches und kulturelles Bewusstsein, Entscheidungsfreudigkeit, Verhandlungsgeschick und ein großes Maß an Kommunikationsfähigkeit voraussetzt.</p>	
Lehrinhalt und Tiefe:	• INCOSE Ethik Kodex	anwenden
	• Grundlagen der Kommunikationstechnik und Teamführung	anwenden
	• Eigenes Verhalten und persönliche Eigenschaften	anwenden
	• Zusammenarbeit unterschiedlicher Persönlichkeiten	anwenden
	• Zeitmanagement und persönliche Arbeitsorganisation	anwenden
	• Problemorientierte Kreativitätstechniken	anwenden
	• Zwischenmenschliche Kommunikation, Verhandlungstechniken	anwenden
	• Methoden der Konfliktlösung und Motivation	anwenden
	• Sozialkompetentes Verhalten	anwenden
	• Strukturen der Kommunikation	anwenden
	• 4 Seiten einer Nachricht (Nachrichtenquadrat nach Friedemann Schulz von Thun [2])	anwenden
• Selbstbild – Fremdbild	anwenden	

	<ul style="list-style-type: none"> • Johari Fenster (Joseph Luft, Harry Ingham) • Rückkopplungsregeln und aktives Hören • Grundlagen der Teamführung • Methoden und Eigenschaften, um ein Team zu führen • Definition "Team" • Besonderheiten und Eigenschaften eines erfolgreichen Teams • Phasen einer Team-Entwicklung • Situative Team-Lenkung • Schlüsselemente der Situationsführungstheorie • Aufgabenorientierung vs. Beziehungsorientierung (Hersey und Blanchard) • Charaktere in einem Team (Persönlichkeitsmodell (z.B. Riemann - Thomann), Nähe gegen Entfernung, Dauer gegen Änderungen) 	anwenden
		anwenden
		anwenden
		anwenden
		anwenden
		anwenden
		anwenden
		anwenden
		anwenden
		anwenden
Literatur-empfehlung	<ul style="list-style-type: none"> • INCOSE Ethik Kodex • Friedemann Schulz von Thun; miteinander reden 1; Störungen und Klärungen [2] • Christoph Thomann, Friedemann Schulz von Thun; Klärungshilfe 1 Handbuch für Therapeuten, Gesprächshelfer und Moderatoren in schwierigen Gesprächen • Helga Pammer, Alexandra Huemer; Soziale Kompetenz für Praktiker, Sich selbst kennen, Beziehungen sinnvoll gestalten 	
Sonstiges	NA	
Prüfungsleistung	Teilnahme am Test zum Erwerb des Zertifikats Ebene B	

6. Abkürzungsverzeichnis und Glossar

GfSE	Gesellschaft für Systems Engineering e.V.
NORSOK	Norsk Søkkel Konkuranseposisjon (Norwegische Normungsorganisation)
AHP	Analytic Hierarchy Process
ASP	Arbeitsstruktur-Plans
ASD	AeroSpace and Defense Industries Association of Europe
CBA	Cost Benefit Analysis
CMMI	Capability Maturity Model Integration (Trademark of Carnegie Mellon University)
CMP	Configuration Management Plan
DMA	Database Modeling Analysis
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMV	Elektro Magnetische Verträglichkeit (=EMC)
FFBD	Functional Flow Block Diagram
FMECA	Failure Modes, Effects and Criticality Analysis ([12] 3.2.9)
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis (3.1164)
FTA	Fault Tree Analysis ⁹ (Fehlerbaumanalyse)
HMI	Human Machine Interface
HSI	Human Systems Integration
ICD	Interface Control Document
IDEFO	Integration Definition for Function Modeling ¹⁰
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMP	Information Management Plan
INCOSE	International Council on Systems Engineering
ISO	International Standards Organization
KPV	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KTA	Kepner-Tregoe Analysis

⁹ IEC 1025: 1990 Fault tree analysis (FTA)

¹⁰ Federal Information Processing Standards Publication 183

LCC	Life Cycle Cost (Lebenszykluskosten)
LCCA	Life Cycle Cost Analysis ¹¹ , (Lebenszykluskostenanalyse)
LL	Lessons Learned
LSA	Logistics Support Analysis
MBSE	Model Based System Engineering
MOE	Measure of Effectiveness
MPE	Mass Properties Engineering
MSA	Modern Structured Analysis
OOA	Object-Oriented Analysis
OOSEM	Object Oriented Systems Engineering Method
PERT	Program Evaluation Review Technique
PHS&T	Packaging, Handling, Storage, and Transportation
PM	Projekt Management
PPAP	Production Part Approval Process (Produktions-Freigabe-Verfahren)
PSP	Projektstrukturplan
QFD	Quality Function Deployment
QM	Qualitäts-Management
QMP	Quality Management Plan
RCM	Reliability Centered Maintenance
RMP	Risk Management Plan
RTM	Requirements Traceability Matrix
RVTM	Requirements Verification and Traceability Matrix
SE	Systems Engineering
SEMP	Systems Engineering Management Plan
SEP	Systems Engineering Plan
SSA	System Safety Assessment
SysML	System Modeling Language
TCO	Total Cost of Ownership

¹¹ LCCA: a technique used to evaluate the economic consequences over a period of time of mutually exclusive project alternatives (vgl. z.B. NORSOK O-CR-001; LIFE CYCLE COST FOR SYSTEMS AND EQUIPMENT)

LORA	Level of Repair Analysis
TM	Technical Management
TPM	Technical Performance Metrics
TNA	Training Need Analysis
TSA	Traditional Structured Analysis
UML	Unified Modeling Language
V&V	Validierung und Verifikation
WBS	Work Breakdown Structure

7. Referenzen für SE ZERT

1. Gültiges INCOSE Handbuch (erhältlich über die GfSE Homepage)
2. Friedemann Schulz von Thun; Miteinander reden 1-4; rororo Verlag; ISBN-13: 978-3499628757
3. ISO/IEC/IEEE 15288; Systems and software engineering —System life cycle processes
4. ISO/IEC TR 19760; Systems engineering — A guide for the application of ISO/IEC 15288
5. ISO/IEC/IEEE 24765, Systems and software engineering — Vocabulary
6. gelöscht
7. gelöscht
8. Normatives Dokument, Personenzertifizierung Certified Systems Engineer (GfSE) “®
9. System Integration; Jeffrey O. Grady; CRC Press 1994; chap. 1
10. gelöscht
11. Handbook of practical program evaluation / Joseph S. Wholey, Harry P. Hatry, Kathryn E. Newcomer, editors.—3rd ed
12. ESA Requirements and Standards Division; ECSS-Q-30-02B Draft 2, 30 April 2008